

Utvärdering av samband mellan skördekartering och markkartering i fält

Linnea Gustafsson



Utvärdering av samband mellan skördekartering och markkartering i fält

Correlations between yield maps and soil maps in fields

Linnea Gustafsson

Handledare: Allan Andersson, SLU, Biosystem och teknologi

Btr handledare: Knud Nissen, Lantmännen, Lantbruk

Examinator: Jan-Eric Englund, SLU, Biosystem och teknologi

Omfattning: 10 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E

Kurstitel: Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap

Kurskod: EX0619

Program/utbildning: Lantmästare - Kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2013

Omslagsbild: Linnea Gustafsson

Serietitel: nr: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: skördekartering, markkartering, kartering, precisionsodling, jordart, skördedata, skördevariation, avkastning, skördekart, markkarta



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsplanering,
trädgårds- och jordbruksvetenskap

FÖRORD

Lantmästare - kandidatprogrammet är en treårig universitetsutbildning vilken omfattar 180 högskolepoäng (hp). Det finns även möjlighet att ta examen efter 2 år, lantmästarexamen vilken omfattar 120 högskolepoäng. En av de obligatoriska delarna i dessa är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete har genomförts under utbildningens andra år och arbetsinsatsen motsvarar minst 6,7 veckors heltidsstudier (10 hp).

Förslaget till detta examensarbete kom från Kjell Carlsson, rättare vid Bjertorp Egendom, Lantmännen SW Seed i Västergötland. Det var en idé grundad i att kunna ta till vara på informationen som finns i skördekartering som gården har lagrat in under en längre tid, för att kunna nyttja denna i sin precisionsodling. Idén var även att kunna hitta kopplingar mellan skördeavkastning och jordart och näringsinnehåll i marken för att hitta svaga respektive starka områden på fälten.

Ett stort tack tillägnar jag Knud Nissen, Lantmännen Lantbruk, Ingemar Gruvaeus, Bjertorp Egendom Lantmännen Lantbruk, Kjell Carlsson, Bjertorp Egendom Lantmännen Lantbruk, Dave Servin, Partnerskap Alnarp och Allan Andersson, SLU för de råd och hjälp jag fått under arbetets gång.

Universitetslektor Jan-Eric Englund, SLU Biosystem och teknologi, har varit examinator.

Alnarp, maj 2013

Linnea Gustafsson
(Lantmästarstudent)

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	4
SUMMARY	5
INLEDNING	6
BAKGRUND	6
MÅL	6
SYFTE	6
AVGRÄNSNING	6
LITTERATURSTUDIE	8
PRECISIONSODLING	8
SKÖRDEKARTERING	8
<i>Fold-meter</i>	8
<i>RDS Ceres och Claas AgroCom</i>	9
<i>Utmätta punkter och skörd</i>	10
MARKKARTERING	12
<i>Markkartering med jordprover</i>	12
<i>Mullvad och EM38</i>	13
<i>NIR- Nära infraröd reflektans</i>	14
SKÖRDEVARIATIONER	14
MATERIAL OCH METOD	16
RESULTAT	17
SKIFTE 5, FYRUNGASKIFTET	17
<i>Granskning av skördekartor, skifte 5, Fyrungaskiftet</i>	18
<i>Granskning av markkarteringskartor</i>	20
<i>Slutsats</i>	20
SKIFTE 10, MELLBERGSSKIFTET	21
<i>Granskning av skördekartor, skifte 10</i>	21
<i>Granskning av markkartor, skifte 10</i>	23
<i>Slutsats</i>	24
SKIFTE 21, ÅGÄRDET	25
<i>Granskning av skördekartering</i>	25
<i>Granskning av markkartering</i>	27
<i>Slutsats</i>	28
DISKUSSION	29
SKÖRDEKARTERING OCH MARKKARTERING	29
SKIFTE 5, FYRUNGASKIFTET	29
SKIFTE 10, MELLBERGSSKIFTET	30
SKIFTE 21, ÅGÄRDET	30
SLUTSATS	31
REFERENSER	33
SKRIFTLIGA	33
MUNTliga	34
BILAGOR	32
BILAGA 1	32
BILAGA 2	33
BILAGA 3	34
BILAGA 4	35
BILAGA 5	36

BILAGA 6	37
BILAGA 7	38

SAMMANFATTNING

I den här studien har granskning gjorts av skördekartering och markkartering på Bjertorp Egendom, Lantmännen SW Seed, i Västergötland. Bakgrunden till detta arbete är att ta till vara på information om fälten på gården i form av inlagrade skördekarteringsdata. Detta för att sedan kunna koppla dem samman med markkartering och kunna få bättre förståelse för fältens avkastning och dess potentiella avkastningsförmåga. Utifrån detta ska man i framtiden kunna anpassa val av odlingsåtgärder ur ekonomiskt och miljömässigt perspektiv.

En litteraturstudie har gjorts för att ge bättre förståelse för teknikerna som används vid mark- och skördekartering. Den inledande delen av litteraturstudien handlar om precisionsodling för att skapa bättre förståelse för vad det begreppet innebär. För skördekartering även en mer ingående förklaring till hur man från rådata omvandlar detta till skördekartor och sedan beskrivning av olika tekniker för markkartering. Avslutande handlar den om hur skörden påverkas av olika faktorer såsom väder, näringstillgång och jordart.

Skördedata som på gården samlats in under ett flertal år har använts tillsammans med befintlig markkartering. Tre fält på gården har valts ut tillsammans med rådgivare, inspektör och rättare där sedan skördekartering och markkartering granskats visuellt på dessa.

I resultatet presenteras sambanden mellan markkartering och skördekartering i detta specifika fall, där sambanden grundas på visuell granskning och analys och bedömning därutifrån. Här kan man se samband främst mellan lerhalt och skörd, men även mellan P-AL-tal och K-AL-tal och skörd. Visst samband syns även mellan mullhalt på ett specifikt skifte.

I diskussionen vägs dessa tidigare nämnda samband mot varandra. Det ifrågasätts vad de kan bero på och orsaker som vägs in är bl.a. väder, vattentillgång, näringsupptag och bort- och tillförsel av näring. Utifrån dessa faktorer dras slutsatsen att lerhalten tros ha stor betydelse för avkastningen.

SUMMARY

In this study has an inspection been made of yield mapping and soil mapping at Bjertorp Egendom, Lantmännen SW Seed in Västergötland.

The background is to utilize the information about the field at the farm that is kept in shape of yield data. These are to be related to soil mapping to get a better light in the actual yield of the fields and the potential yield of the fields. In the future there will be possible to suit the choice of act in the crop production both in an economical and an environmental way.

A study of literature has been made to create a better understanding for the technical procedures of soil mapping and yield mapping. The beginning part tells you about precision farming and what it's all about and how yield mapping and soil mapping is a part of the precision farming. You can find a describing part about how yield mapping is made out of raw data to maps. The study also describes how soil mapping can be made in different ways. The ending in the study of literature describes how the yield is related to different kinds of soil and the nutrient in the soil, and how it can be related to weather.

Yield data that has been collected from several years at the farm Bjertorp has in this study been used together with already made soil mapping. Together with factor, foreman and advisor, there have been a choice of the fields at the farm. The yield and soil mapping from the fields has been inspected visually.

The relations between the soil- and the yield mapping are represented in the outcome of the study in this specific case. The relations are based on a visually inspection and analysis and a judge is made out of that. Here you can see a pronounced connection between clay and yield but also connections between the P- and K-content of the soil. Certain relation can be seen between mould-content in the soil and the yield at a certain field.

In the discussion there is a balance made between the connections in the outcome to each other. The questions that are asked and discussed are weather, water resource, available nutrient and nutrient brought in and out of the field.

INLEDNING

Bakgrund

Förr var den jord som vi idag indelar i fält bestående av tegar, dvs små fält. Dessa var indelade efter förutsättningar och avkastningsförmåga. Idag är dessa tegar sammanslagna till stora fält (Nissen, 1996). Dessa fält har fortfarande skiftande avkastningsförmåga och förutsättningar, något som kan vara svårt att ta hänsyn till i dagens lantbruk om man inte har rätt utrustning. Dock finns idag utrustning att ta hjälp av, exempel på detta är markkartering och skördekartering. Runt om i landet finns det lantbrukare som använder denna teknik för att lagra in data om hur mycket jorden avkastar eller vilket näringsinnehåll det finns i den. Dock är bearbetningen av dessa data och metod för detta ej tillfredställande i dagens läge. Till grund för detta examensarbete är därför Kjell Carlssons idé vid Bjertorp Egendom Lantmännen Lantbruk att kunna ta till vara på skördekartering och finna samband mellan denna och markkartering.

Mål

Målet med detta examensarbete är att med hjälp av markkartering och skördekartering finna samband mellan markens jordart, näringsinnehåll och avkastningsförmåga. Man ska sedan utifrån denna kunskap i framtiden kunna anpassa val av odlingsåtgärd efter markens förmåga, sett ur ett ekonomiskt och miljömässigt perspektiv. Lantbruket har idag en stor ekonomisk press och genom denna åtgärd ska man få en tydlig bild över vilka odlingsåtgärder som är ekonomiskt försvarbara att genomföra. Man ska genom detta även få ett minskat läckage av näringsämnen från jordbruksmarken, vilket även det är ett av lantbrukets miljöproblem idag. En engelsk vetenskaplig artikel visar hög lerhalt i marken på hög avkastning och i denna studie kommer detta att kontrolleras om detta samband även finns här (King et al, 2005).

Syfte

Syftet med detta arbete är att hitta samband mellan viss jordart och/eller näringsinnehåll i marken och viss skördenivå. Utifrån detta ska man sedan kunna anpassa odlingsåtgärder såsom växtnäringstillförsel och växtskydd.

Avgränsning

Arbetet berör skörde- och markkartering gjord på Bjertorp egendom, Lantmännen SW Seed Västergötland och kommer endast att innefatta ett fåtal fält. Den skördekartering

som skall bearbetas skall vara relevant, dvs det ska finnas inlagrad data från flera år på utvalda fält. Sambanden mellan skörde- och markkartering kommer att analyseras och bedömas visuellt och diskuteras övergripigt. Skördekartering som behandlas kommer att vara från åren 2007-2012 och markkarteringen är från 1995 med kompletteringar från 2000.

LITTERATURSTUDIE

Precisionsodling

Precisionsodling kan beskrivas som växtodling anpassad för en specifik plats eller punkt. Förutsättningarna för odling kan variera mycket på olika gårdar i landet, men de kan även variera mycket inom specifika fält. Detta kan bero på historiken kring marken och vilken odling som har bedrivits där då man ser bakåt i tiden. Den största faktorn är att mindre tegar genom åren har slagits ihop till större fält (Greppa näringen D, 2010). Man kan även se tydliga skillnader mellan skiften som har legat nära djurstallar, där mullhalten i marken är betydligt högre än på övriga delar av skiftet. Detta kan bero på att man förr inte haft de praktiska möjligheterna att sprida den organiska gödseln från djuren jämt över åkrarna och därmed har man lagt denna nära djurstallen (Carlsson, 2012). Till följd av dessa ovan nämnda faktorer kan det bli komplicerat för lantbrukaren då det kommer till val av odlingsåtgärder, då dagens fält är ojämna i skörd, jordart och näringsinnehåll i marken. Det är svårt att anpassa t.ex. växtnäringstillförsel och jordbearbetningsteknik. För att underlätta detta kan man idag använda sig av ny teknik; markkartering och skördekartering, som är goda hjälpmedel i dagens precisionsodling (Greppa näringen D, 2010).

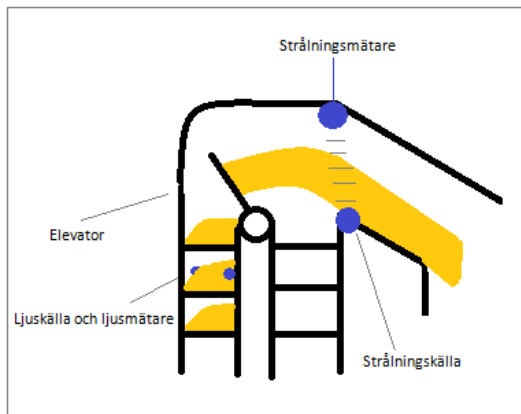
Skördekartering

Skördekartering är en teknik som funnits tillgänglig för lantbrukarna sedan 1995. Skördekartering innebär kontinuerlig skördemätning kopplat till position på fältet som en funktion i tröskan. Denna funktion gör det möjligt att se hur mycket ett fält avkastar på en specifik punkt, för att man sedan ska kunna sammanknyta dessa punkter till en karta, med olika skördenivåer. Ett fält kan skifta mycket i avkastning beroende på gröda, dock är variationer mellan 1-2 ton/ha är inte ovanligt.

I praktiken görs skördemätningen i elevatoren på tröskan, innan kärnan når tanken. Olika maskintillverkare använder sig av olika tekniker, här redovisas två olika tekniker, vilka är möjligt att tillämpa idag (Thylén, 1996);

Fold-meter

Fold-meter är ett viktmätande system och framtaget av Dronningborg. Det används idag på tröskor av märket Massey Fergusson. Med den här tekniken mäts skördad vikt genom strålning. Mängden spannmål mäts då spannmålen strömmar förbi en strålningskälla och en strålningsmätare i elevatoren. Ju mer spannmål som strömmar förbi, desto mindre strålning når fram till strålningsmätaren. Genom detta kan man räkna ut hur mycket strålning som tas upp av kärnorna utan att nå fram till strålningsmätaren, vilket gör att man kan räkna fram tröskad mängd spannmål (Thylén, 1996). Mätningen sker i elevatorns högsta punkt (Greppa näringen B, 2010). Se figur 1.

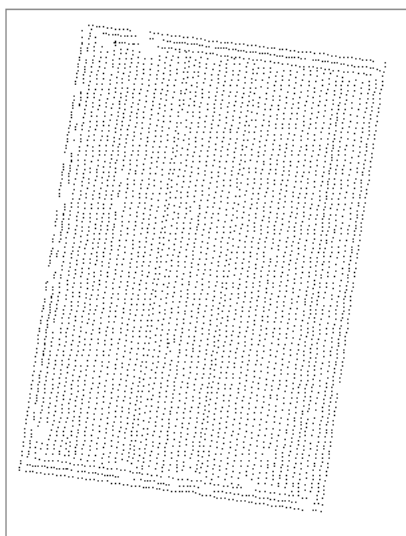


Figur 1. Illustration över mätinstrumentet Fold-meter och RDS Ceres och Claas AgroCom, som använder stålning för att mäta mängd skördad kärna. Fold-meter sitter efter elevatoren som för spannmålen till tanken (Thylen, 1996). Instrumentet RDS Ceres och Claas AgroCom använder sig av ljus och sitter i elevatoren (Greppa näringen B, 2010). Observera att endast ett av instrumenten krävs, bilden illustrerar två instrument.

RDS Ceres och Claas AgroCom

RDS Ceres- och Claas AgroComsystem är volymmätande och tillverkas i England. Det används i Claas och New Hollands maskiner, men går även enkelt att eftermontera i andra tröskor. Det bygger på samma princip som Fold-meter, dock använder det sig utav ljus istället för stålning, med placering i elevatoren före spannmålstanken. Här finns en ljuskälla som sänder ljus genom den skördade spannmålen och mängden genomströmmat ljus registreras i en ljusmätare, se figur 1. Detta system är volymmätande och kräver kalibrering för aktuell gröda före användning, vilket finns förprogrammerade funktioner för (Greppa näringen B, 2010). En bestämning av rymdviken på kärnan behöver göras för att kunna räkna om avkastningen från volym till vikt (Thylen, 1996).

Vid skördemätning tas en punkt och dess specifika skörd ut var 5:e sekund. Detta ger en mängd punkter över fältet, se figur 2.

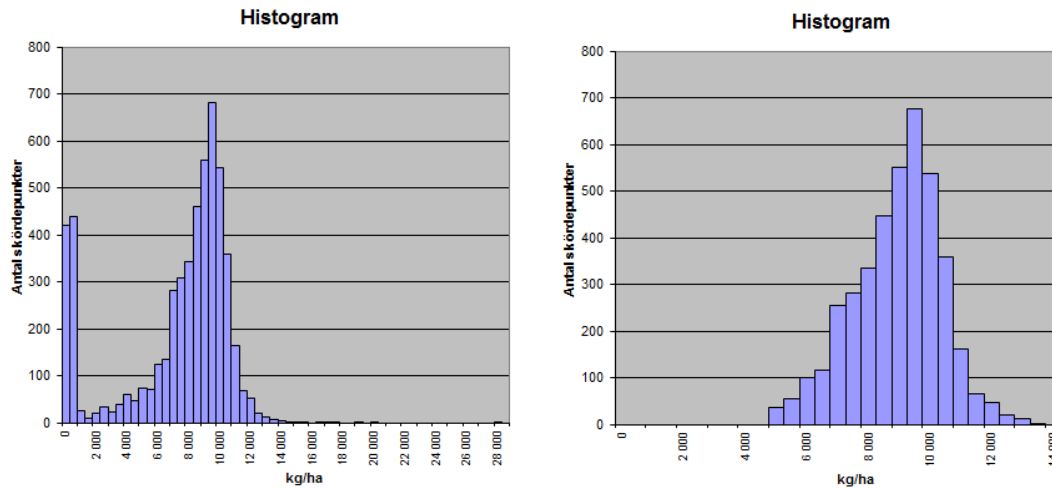


Figur 2. Skördekarteringspunkter från Lantmännens gård Bjertorp i Västergötland, skifte 15, 2010. Denna gård använder sig av Ceres systemet, som mäter volym med ljus.

Utmätta punkter och skörd

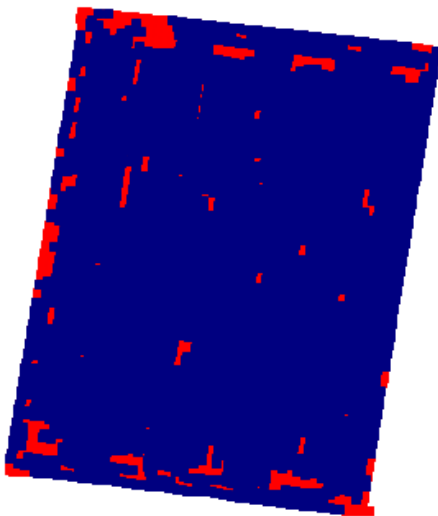
Dessa punkter lagras sedan in på tröskans datakort, som man sedan kan ansluta till gårdens dator för att spara inlagrad data. För att sedan omvandla detta till kartor krävs viss korrigering av data då det annars kan uppstå flera felaktigheter. Mätutrusningen i tröskan registrerar skörd vid påslagning av skärbordet. Om då skärbordet slås på utan att det går in någon skörd i tröskan, d.v.s. man kör med skärbordet tomt, så registreras även detta. Detta vill säga att om tröskföraren kör med påslaget skärbord där det redan är tröskat, så görs en ny registrering som indikerar att där inte finns någon skörd. Dessa felaktigheter kan uppstå vid vändtegar och då tröskföraren glömmer att slå av skärbordet. Det kan även bli felaktiga registreringar om ej hela skärbordsbredden utnyttjas (Nissen, Söderström, 2002).

Dessa felregistreringar kan filtreras bort genom att man tar bort de punkter som indikerar på orimligt hög skörd och de som indikerar på orimligt låg skörd. Detta resulterar i en normalfördelad kurva, som presenterar fältets skörd (Nissen, 2013). Se figur 3 och 4.



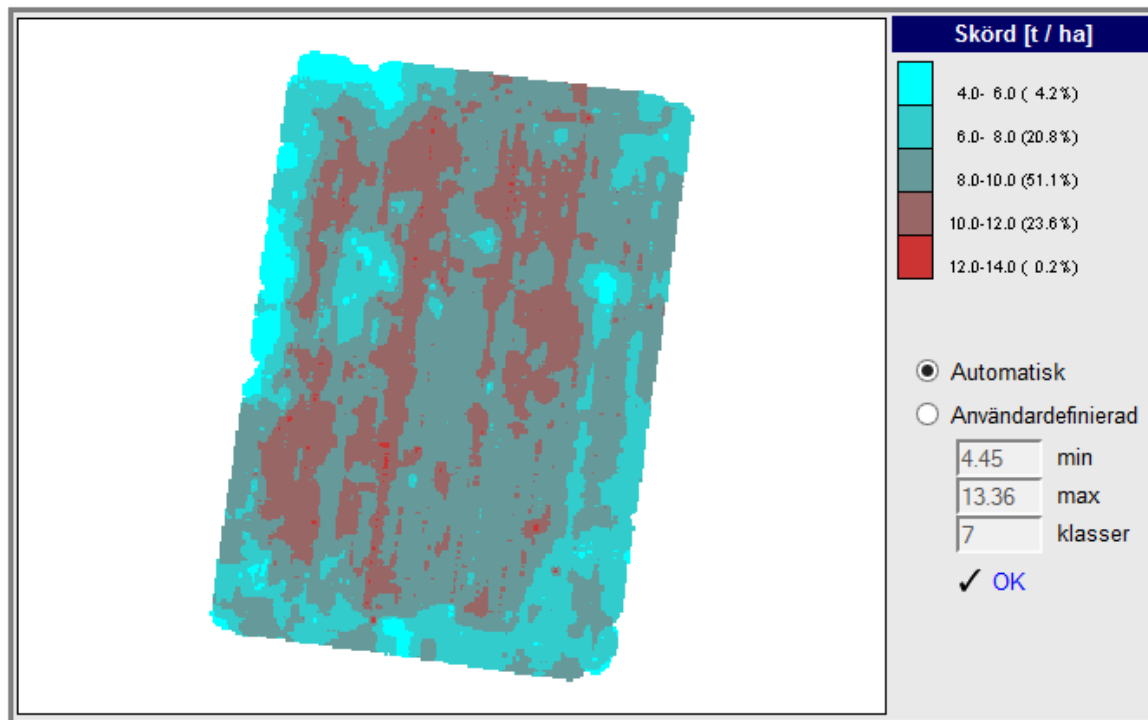
Figur 3 och 4. Figur 3 visar fältets alla registrerade punkter och figur 4 visar återstående punkter efter filtrering. Skifte 15, Bjertorp Egendom, 2010.

Efter filtrering kan vi även kontrollera att vi inte filtrerade bort för många punkter, se figur 5.



Figur 5. Här ser vi hela fältet. De områden som är röda är sådana som filtrerats bort, här vändtegar, hörn och infart till fältet, även de delar som inte hade utmätta punkter. Skifte 15, Bjertorp Egendom, 2010.

Efter att filtreringar gjorts så kan vi lägga in fältets data i ett program som kan läsa punkterna för att få fram en karta. Se figur 6.



Figur 6. Här ser vi den färdiga skördekartan och vad fältet har avkastat på olika områden. Skifte 15, Bjertorp Egendom, 2010

Skördekartorna kan nu användas som styrfiler vid tex. gödsling med kvävesensor (Precisionsskolan B, 2013).

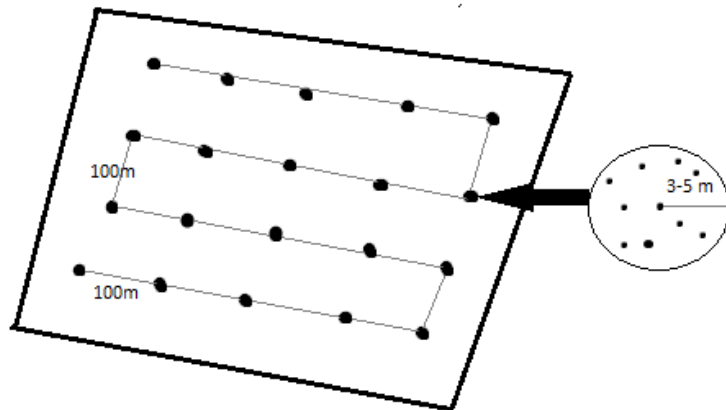
Markkartering

Markkartering utförs i fält för att bedöma markens växtnäringsinnehåll och jordart (Greppa näringen A, 2010). Ett fält kan ha stora skiftningar i näringsämnen och jordart, ju större fält, desto större kan variationerna vara. För att på ett bättre sätt kunna ta tillvara på markens resurser och inte belasta miljön med överflödigt växtnäring, kan därför en markkartering göras och vara en god investering, sett både ekonomiskt och miljömässigt. Genom att ta reda på markens näringsinnehåll får också lantbrukaren bättre insikt i vilken förmåga jorden har att hålla näringsämnen (Jordbruksverket, 2010).

Markkartering med jordprover

Markkartering kan göras på olika sätt, dock är det vanligaste och säkraste sättet att ta jordprover och skicka dessa på kemisk analys. Dock är det också det ett relativt kostsamt sätt, då det krävs många jordprover (Precisionsskolan E, 2013). Kartering enligt detta sätt enligt jordbruksverket bör ske på hösten, med ca ett prov per ha, och med hjälp av GPS-utrustning. GPS-utrustningen gör det möjligt att hitta samma punkt igen vid eventuell förnyelse av markkarteringen.

Då provtagning sker markeras en punkt med GPS, och däromkring tas tio jordprover inom 3-5 m radie. Mellan dessa GPS-punkter skall det vara 100 m i sidled och 100 m längdled till nästa punkt. Se figur 7.



Figur 7. Schematisk figur över hur jordprovtagning i fält kan se ut. De grå linjerna illustrerar hur färdvägen för provtagaren kan se ut.

Dessa prover kan tas med jordborr eller spade manuellt (Jordbruksverket, 2010). För att knyta samman dessa punkter kan man använda interpolation. Detta betyder att man uppskattar värdet mellan de provtagna punkterna, då tät provtagning över hela fältet är svårt att försvara och genomföra ekonomiskt. För att interpolationen ska ge en rättvisande bild av verkligheten krävs dock ett visst antal prover. Ju fler prover, desto bättre bild. Är det aktuella fältet ojämnt krävs även då fler prover. Detta beror på att det krävs ett samband mellan punkterna för att den slutgiltiga kartan ska ge en bra bild av fältet. Ju längre det är mellan punkterna, desto större är risken att sambandet försvinner och att det råder stora variationer mellan punkterna. Vid interpolation bör skillnaderna vara mindre mellan grannpunkter än mellan alla övriga punkter på fältet för att ge en god karta. Är så inte fallet är det bättre att använda data i punktform, dvs. låta en punkt representera hela det aktuella området för att redovisa fältets variationer (Precisionskolan D, 2013).

Vid denna typ av analys är det vanligt att man vill ha provsvar såsom pH-värde, lösligt fosfor (P-AL), kalium (K-AL), magnesium (Mg-AL) och kalcium (Ca-AL). Utöver detta är det även möjligt att få analys på koppar, bor och kadmium, men även lerhalt och mullhalt (Greppa näringen A, 2010).

Mullvad och EM38

Det förekommer också markkartering med hjälp av marksensorer, dock utför dessa endast jordartskartering, men på ett tids- och kostnadseffektivt sätt. De två instrumenten som är aktuella och finns tillgängliga för kommersiellt bruk är Mullvaden och EM38.

Mullvaden arbetar genom att mäta jordens gammastrålning. Detta gör den monterad på en fyrhjulig motorcykel eller traktor, där den med jämna avstånd registrerar mätningar.

Den är effektiv och ger en god bild av jordartsvariationer. Den kräver även att man tar ett kalibreringsjordprov per 2-3 ha.

EM38 mäter jordens elektriska ledningsförmåga genom att den dras på en släde över jorden efter lämpligt fordon. Jordens ledningsförmåga är kopplad till vatteninnehållet i marken och lerhalten, men även andra faktorer spelar in. EM38 ger en god bild av fältets variationer då den registrerar värden tätt. Denna mätning är även starkt kopplad till skörden inom fältet. Den kan användas före markkartering med jordprovstagnation för att ge en bättre bild av var det är lämpligt att ta proverna (Precisionsskolan C, 2013).

NIR- Nära infraröd reflektans

Det finns även ett mätinstrument som kallas NIR, vilket står för *nära infraröd reflektans*. Med detta instrument mäter man reflekterad ljusenergi. Man kan med denna teknik ta fram en god bild av lerhalten och mullhalten i marken, då ljuset absorberas av olika molekylobindningar i marken (Precisionsskolan A, 2013). Denna teknik används dock endast i forskningssammanhang idag (Jordbruksverket, 2010).

Skördevariationer

Avkastningen på ett fält påverkas av många omgivande faktorer. Dessa faktorer kan vara sådana som går att påverka genom odlingsåtgärder, men även sådana som inte går att påverka. Jordarten är ett exempel på en faktor som är svår att påverka, där olika egenskaper hos jordart har olika betydelse mellan åren, då väderleken är olika. Topografiskt läge är även det en egenskap som är svårt att avgöra om den är god eller mindre god, detta beror helt på årsmånen. Markens olika tillstånd såsom tidigare nämnda, men även mullhalt, dräneringstillstånd, markstruktur och näringstillstånd påverkar alla den kommande skörden. Se figur 8.



Figur 8. Många olika faktorer påverkar skördeavkastningen.

Man kan nämna olika exempel hur olika faktorer påverkar varandra. Har grödan inget växttillgängligt vatten kan den heller inte ta upp näringsämnen. Följden av detta blir

ekonomiska förluster i outnyttjad växtnäring och försämrade tillväxt. Det är även skadligt för miljön, då outnyttjad växtnäring riskerar att lakas ut och leda till övergödning av vattendrag och sjöar. Om grödan däremot får för mycket vatten och detta blir stående kan problemet bli att den får syrebrist och kan på grund av det inte ta upp någon näring. Näringen i sin tur, främst kvävet, denitrifieras, och grödan kan inte heller utnyttja kvävet då vattnet sjunkit.

Ojämn avkastningsförmåga på fältet medför ojämn bortförsel av näringsämnen från fältet. På de delar där fältet har god avkastning, kan växtnäringstillförseln vara otillräcklig och avkastningen kan då inte heller uppnå full kapacitet. På delar där fältet inte avkastar lika bra sker en för hög växtnäringstillförsel, vilket ger stora lager av t.ex. fosfor (P) i marken som inte utnyttjas. Detta fosforlager kan lakas ur och även detta bidra till övergödning av vattendrag och sjöar (Greppa näringen C, 2010).

Enligt en vetenskaplig artikel baserad på ett engelskt försök gjort 2005 med hjälp av marksensorn EM38 framgår att avkastningen ökar med stigande lerhalt i marken. I studien tros detta bero på att leran har bättre vattenhållande förmåga än sand, vilken denna jämförs med. Det finns även samband mellan avkastningar mellan år, dock är de mest tydliga då samma gröda odlas. Här kan det även knytas samband mellan olika jordarter och skördevariationer, dock är hög lerhalt och hög avkastning den mest signifikanta. Detta kan bero på att EM38, som tidigare nämnts, mäter markens elektriska ledningsförmåga, vilket är kopplat till markens vattenhållande förmåga och lerhalten (King, 2005).

MATERIAL OCH METOD

Som grund till denna rapport ligger en litteraturstudie om precisionsodling, skördekartering och markkartering. Detta ska ge en bättre insikt i vad precisionsodling är och att markkartering och skördekartering är en del av precisionsodlingen. Det ska även ge förståelse för hur man praktiskt gör skördekartering och markkartering och vad man kan använda det till. För att förstå att det finns olika tekniker för att samla in data, har även en beskrivning gjorts av olika instrument för skördekartering och markkartering. Litteratursökningen har skett på internet och delvis i böcker, men även muntliga källor har bearbetats. Dessa källor har bestått av kurslitteratur, branschmänniskor, branschhemsidor och vetenskapliga rapporter.

Vidare har sedan skördekarteringsdata granskats för att se vilket material som fanns att tillgå och utifrån inspektor, rättare och rådgivares rekommendationer om val av fält. Granskningen har gjorts för att se vilka aktuella data som finns lagrade och vilka som är möjliga att använda. Vissa kartor är svåra att använda då t.ex. GPS-mottagningen vid inlagringen av data varit mycket bristfällig.

Efter att urval av fält och skördekartor gjorts påbörjades filtrering av skördedata för att sälla bort felaktig och missvisande sådan. Detta har genomförts i ett Excelprogram gjort av Knud Nissen, Lantmännen Lantbruk. Efter denna procedur är skördedatan redo att läsas, först som punkter för eventuell definiering av fältgränser och sedan som färgkarta via Yaras Sensor office, NPK Online (Sensor office, 2004). Här kan vi nu se olika avkastning över fältet i olika färger och läsa ut var avkastningen är som högst och som lägst.

Markkartering erhöles som färdigställda markkarteringskartor med olika kartor för att se områden med olika jordart, P-AL-tal, K-AL-tal, pH- värde och K-HCl-tal, där P-AL och K-AL står för olika klasser av jordens fosfor- och kaliuminnehåll.

Vidare har kartor över markkartering analyserats och bedömts visuellt. Detta har sedan jämförts med skördekartering för att hitta samband mellan jordart/näringsinnehåll i marken och avkastning från gångna år, för att kunna dra slutsats av detta.

RESULTAT

På Bjertorp har det valts ut 3 skiften, nr 5 (Fyrungaskiftet), nr 10 (Mellbergsskiftet) och nr 21 (Ågärdet), se bilaga 1. Dessa har valts ut med hjälp av rättare, inspektor och rådgivare på gården. På dessa skiften finns även tillgång till minst 4 års bra skördedata var som sedan gjorts om till skördekartor.

Olika grödor kan ge olika skördekartor (Nissen, 2013). Även förfruktseffekt kan påverka skördekartor (Andersson, 2013).

Markkarteringskartor med pH, P-AL, K-AL, mullhalt, lerhalt och K-HCl i medföljande bilagor (bilaga 2-7). K-HCl är medtaget som bilaga för approximation för omräkning till lerhalt, vilket fungerar bra i den aktuella delen av landet (Gruvaeus, 2013).

En granskning har gjort av skördekartor där ett högavkastande område (område A är genomgående högavkastande i hela arbetet) har jämförts med ett lågavkastande område (område B är genomgående lågavkastande i hela arbetet). Dessa har sedan jämförts med markkarta.

Skifte 5, Fyrungaskiftet

Skördekartering

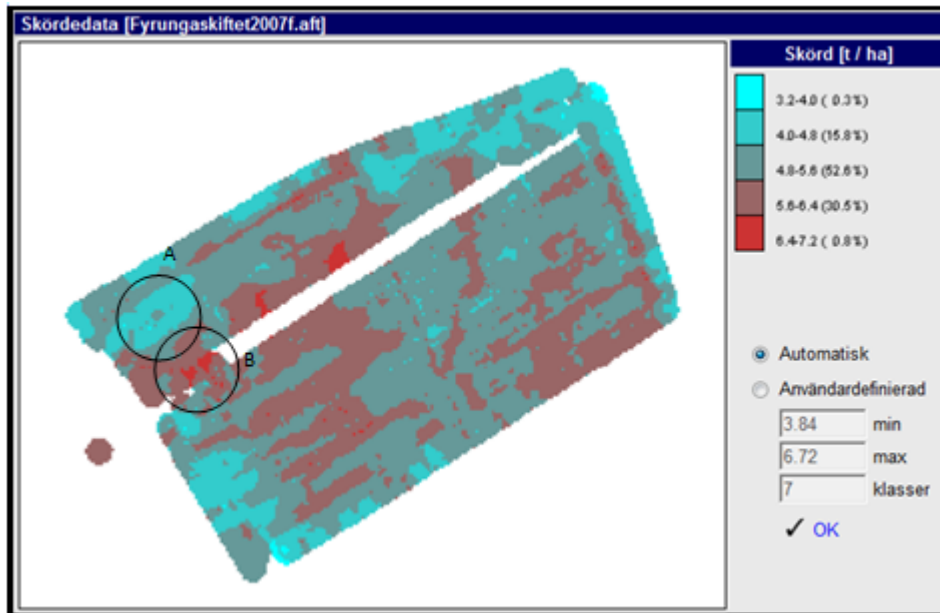
2007: Korn	Se figur 9
2009: Havre	Se figur 10
2010: Höstvete	Se figur 11
2012: Höstvete	Se figur 12

Markkartering

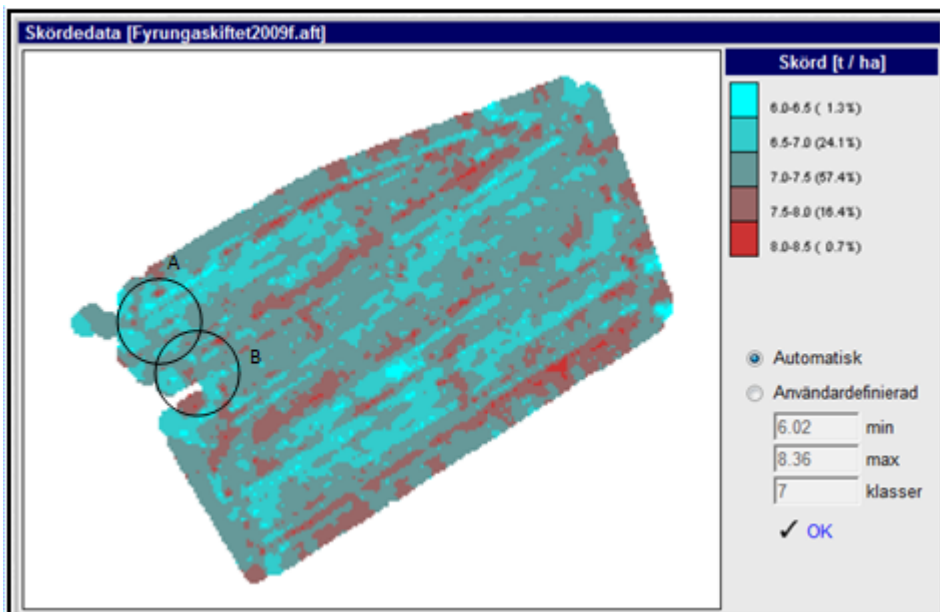
pH	Se bilaga 2.
P-AL-tal	Se bilaga 3.
K-AL-tal	Se bilaga 4.
Mullhalt	Se bilaga 5.
Lerhalt	Se bilaga 6 och 7.

Granskning av skördekartor, skifte 5, Fyrungaskiftet

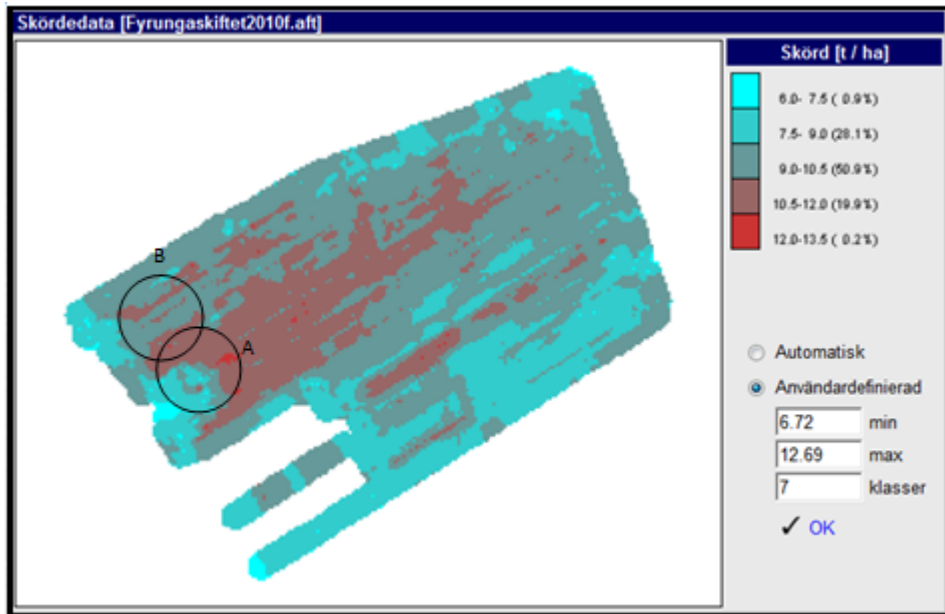
Här granskas skördekartans utvalda högavkastande och lågavkastande område.



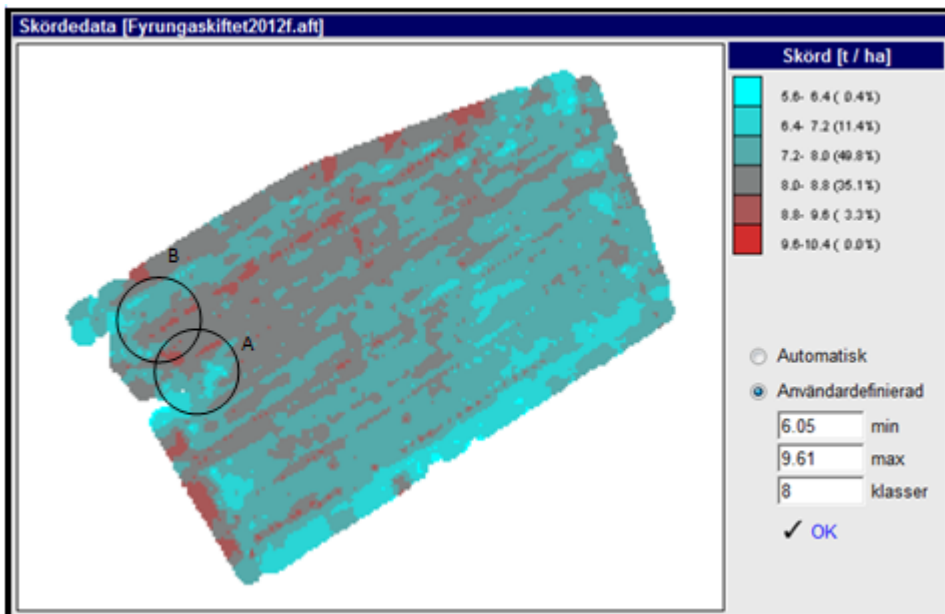
Figur 9. Skifte 5, Fyrungaskiftet 2007, korn. Här kan skillnad ses mellan område A och B, där område A avkastar betydligt mer än område B, vilket kan utläsas enligt skalan till höger.



Figur 10. Skifte 5, Fyrungaskiftet, 2009, havre. Här kan vi se att område B avkastar lågt, dock är område A inte tydligt högre avkastande än övriga delar på fältet.



Figur 11. Skifte 5, Fyrungaskiftet, 2010, höstvet. Här kan man se att den högre avkastningen återkommer i område A, dock kan vi inte se att den lägre avkastningen återkommer i område B.



Figur 12. Skifte 5, Fyrungaskiftet, 2012, höstvet. Här kan vi se det återkommande högavkastande området A och det återkommande lågavkastande området B.

Granskning av markkarteringskartor

Här jämförs de utvalda områden A och B från skördekartorna med samma område på markkartorna, se bilaga 2-7.

pH

Vid granskning av pH syns inget tydligt förhållande till de utvalda starka och svaga punkterna i detta fält.

P-AL

Vid granskning av P-AL syns inga tydliga samband mellan P-AL-klass och de båda områdena i detta fält.

K-AL

Vid granskning av K-AL-tal syns inga tydliga samband mellan de utvalda områdena i fält och de angivna K-AL-klasserna i markkarteringen.

Mullhalt

Vid granskning av fältets mullhalt i de angivna områdena syns inga tydliga samband.

Lerhalt

Vid granskning av lerhalt i fältet syns inga tydliga samband mellan valda områden i fält och markkarteringen. Dock är lerhalten relativt jämn på detta fält (K-HCl har i detta fält används som approximation för lerhalten).

Slutsats

Inga tydliga samband har hittats mellan markkarteringen och skördekarteringen i detta fält, dock bör nämnas att fältet är relativt jämnt, både sett till jordart och näringsinnehåll.

Skifte 10, Mellbergsskiftet

Skördekartering

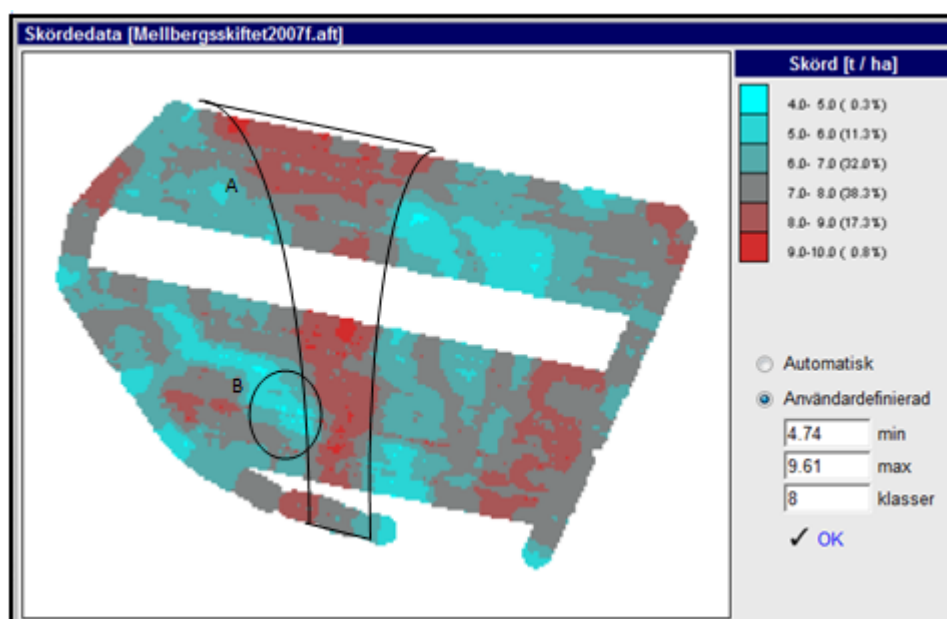
2007: Korn	Se figur 13.
2008: Höstraps	Se figur 14.
2010: Korn	Se figur 15.
2012: Rågvete	Se figur 16.

Markkartering

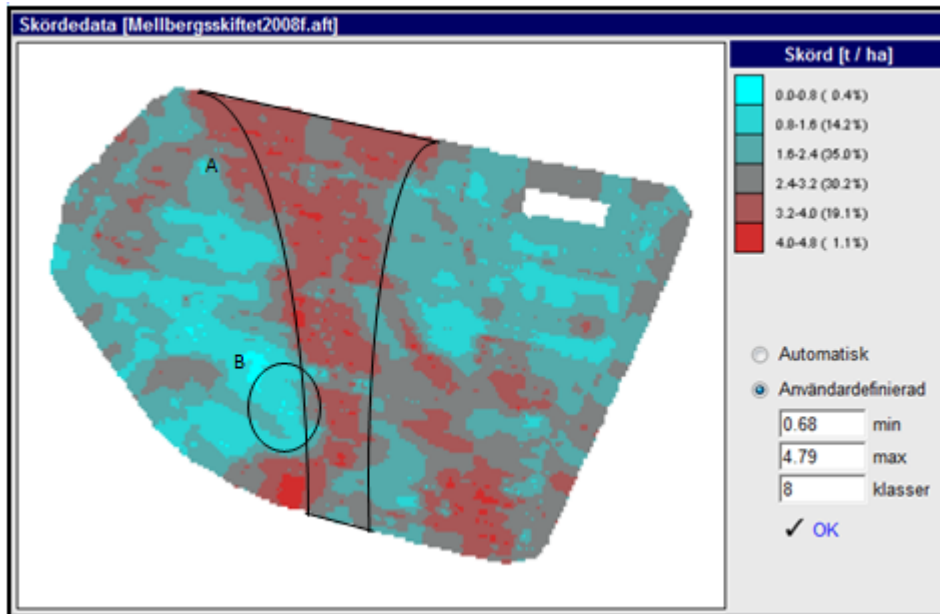
pH	Se bilaga 2.
P-AL-tal	Se bilaga 3.
K-AL-tal	Se bilaga 4.
Mullhalt	Se bilaga 5.
Lerhalt	Se bilaga 6 och 7.

Granskning av skördekartor, skifte 10

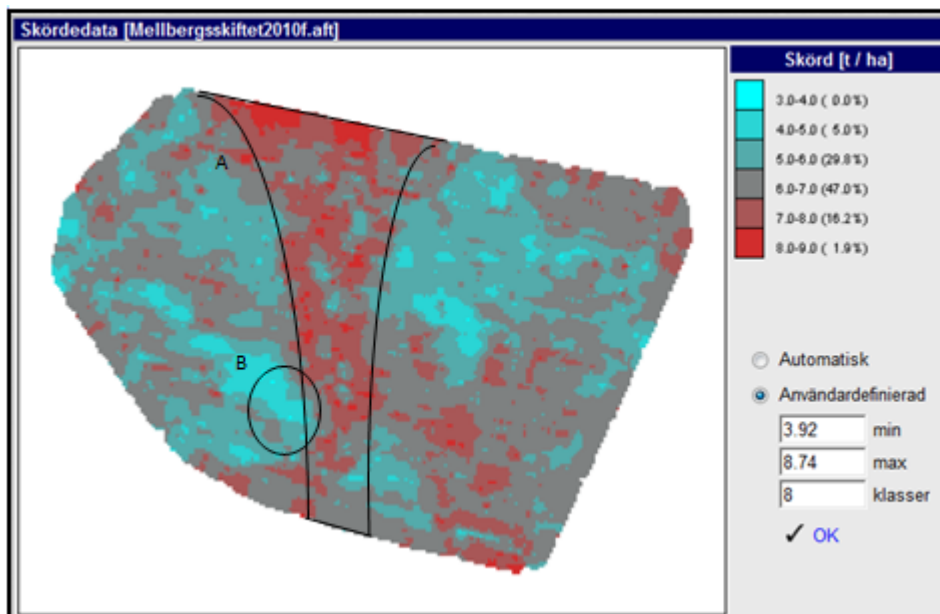
Här granskas skördekartans utvalda högavkastande och lågavkastande område.



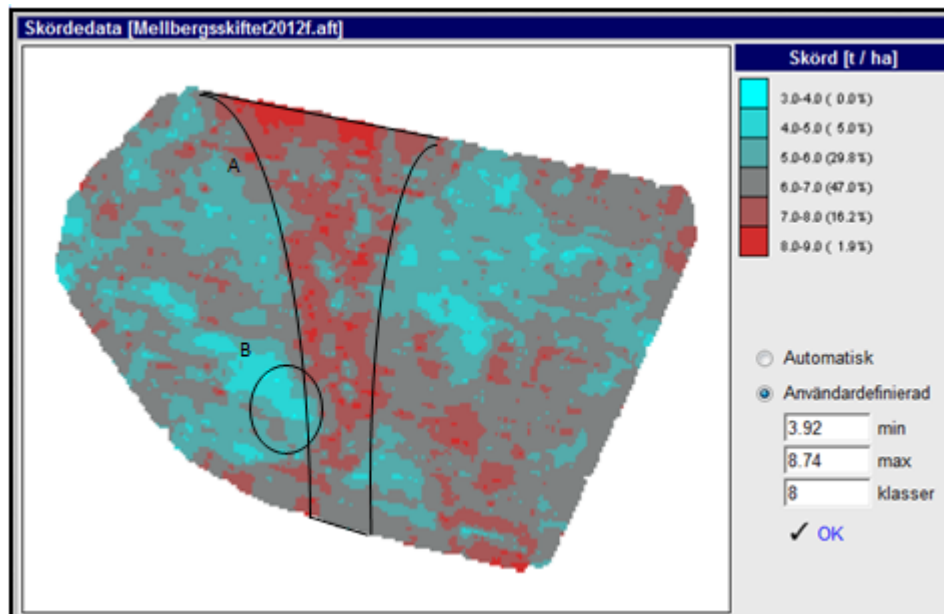
Figur 13. Skifte 10, Mellbergsskiftet 2007, korn. Här kan vi se ett högavkastande område A och ett lågavkastande område B.



Figur 14. Skifte 10, Mellbergsskiftet 2008, höstraps. Här syns område A, igenkommande högavkastande från föregående år, även område B igenkommande lågavkastande.



Figur 15. Skifte10 Mellbergsskiftet 2010, korn. Här syns område A som igenkommande högavkastande och område B som igenkommande lågavkastande.



Figur 16. Skifte 10, Mellbergsskiftet 2012, rågvete. Här syns område A som igenkommande högavkastande och område B som igenkommande lågavkastande.

Granskning av markkartor, skifte 10

Här jämförs de utvalda områden A och B från skördekartorna med samma område på markkartorna, se bilaga 2-7.

pH

Vid granskning av markkartering med pH finns det inget tydligt samband mellan det högavkastande området A och det lågavkastande området B och pH-värdet.

P-AL

Vid granskning av markkarta med P-AL-tal syns ett möjligt samband mellan lågt P-AL-tal, ca 4, och det högavkastande området A och ett möjligt samband mellan det lågavkastande området B och högre P-AL-tal, ca 8.

K-AL

Vid granskning av markkarta med K-AL-tal syns inget tydligt samband mellan det högavkastande området A och det lågavkastande området B och det K-AL-tal som går att utläsa från markkartan.

Mullhalt

Vid granskning av jordartskarta med mullhalt finns ett möjligt samband mellan det högavkastande området A och högre mullhalt, ca 3-4%. Det finns även ett möjligt samband mellan det lågavkastande området B och en lägre mullhalt, ca 2%.

Lerhalt

Vid granskning av jordartskarta med lerhalt finns ett tydligt samband mellan högre lerhalt än övriga fältet, ca 15-30% och hög avkastning i område A. Det finns även ett

tydligt samband mellan den lågavkastande delen av fältet och låg lerhalt, ca <5-10% (i förhållande till övriga delar av fältet).

Slutsats

Det finns ett möjligt samband mellan högt P-AL-tal och låg skörd och lågt P-AL-tal och hög skörd.

Det finns ett möjligt samband mellan hög mullhalt och hög skörd och låg mullhalt och låg skörd.

Det finns ett tydligt samband mellan hög lerhalt, ca 15-30% (i förhållande till övriga delar av fältet), och hög skörd. Det finns även ett tydligt samband mellan låg lerhalt, ca <5-10% (i förhållande till övriga delar av fältet) och låg skörd.

Skifte 21, Ågärdet

Skördekartering

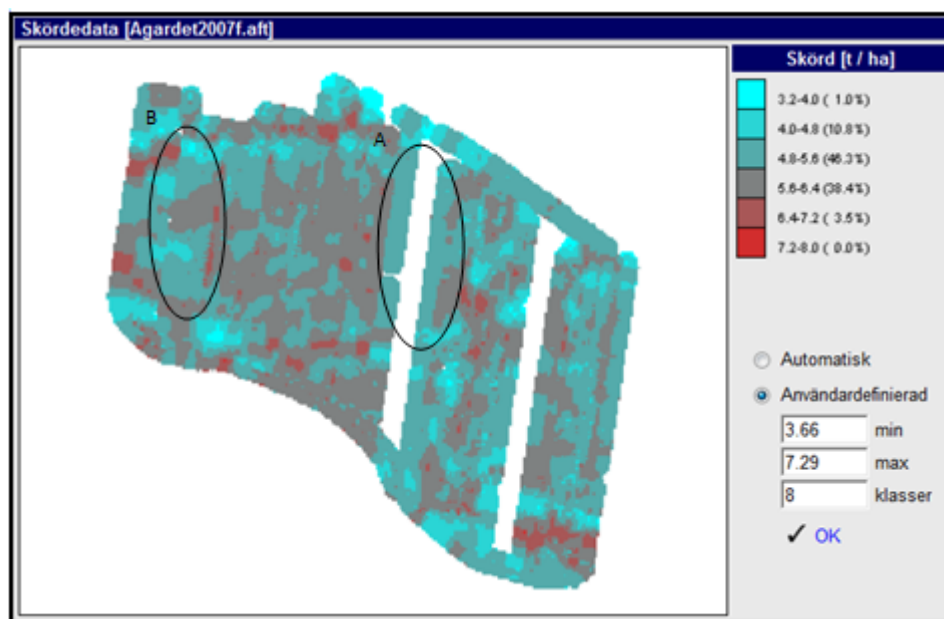
2007: Havre	Se figur 17.
2010: Höstraps	Se figur 18.
2011: Höstvet	Se figur 19.
2012: Havre	Se figur 20.

Markkartering

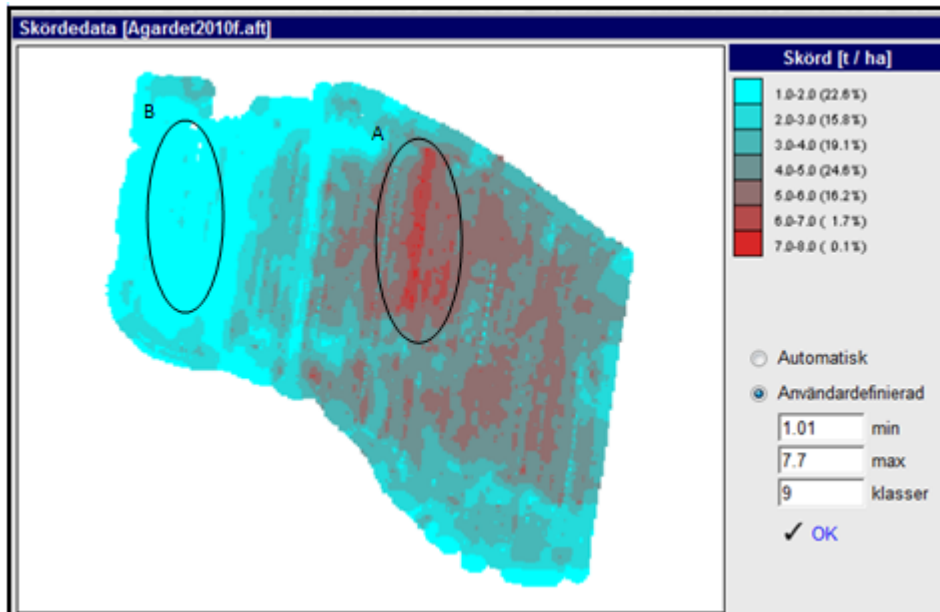
pH	Se bilaga 2.
P-AL-tal	Se bilaga 3.
K-AL-tal	Se bilaga 4.
Mullhalt	Se bilaga 5.
Lerhalt	Se bilaga 6 och 7.

Granskning av skördekartering

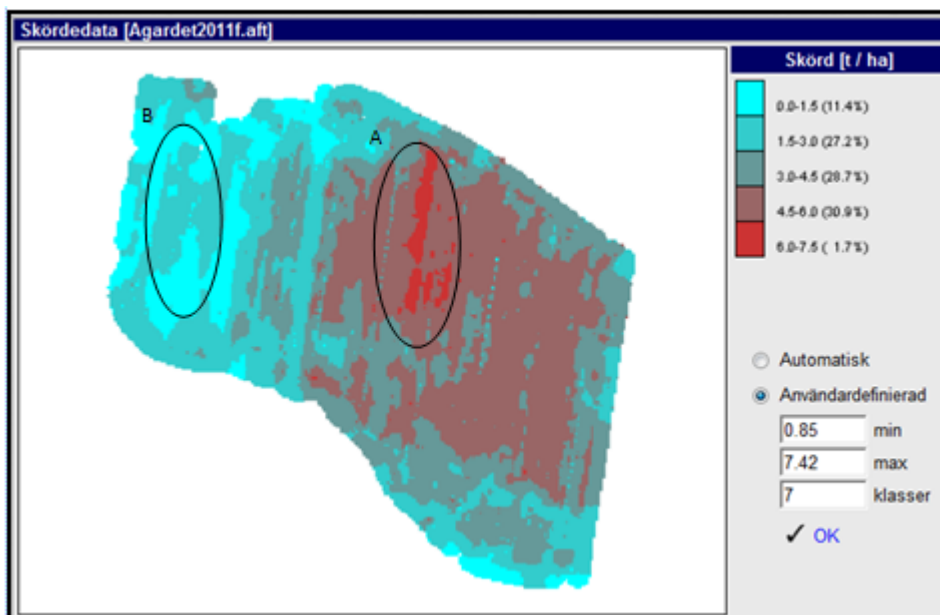
Här granskas skördekartans utvalda högavkastande och lågavkastande område.



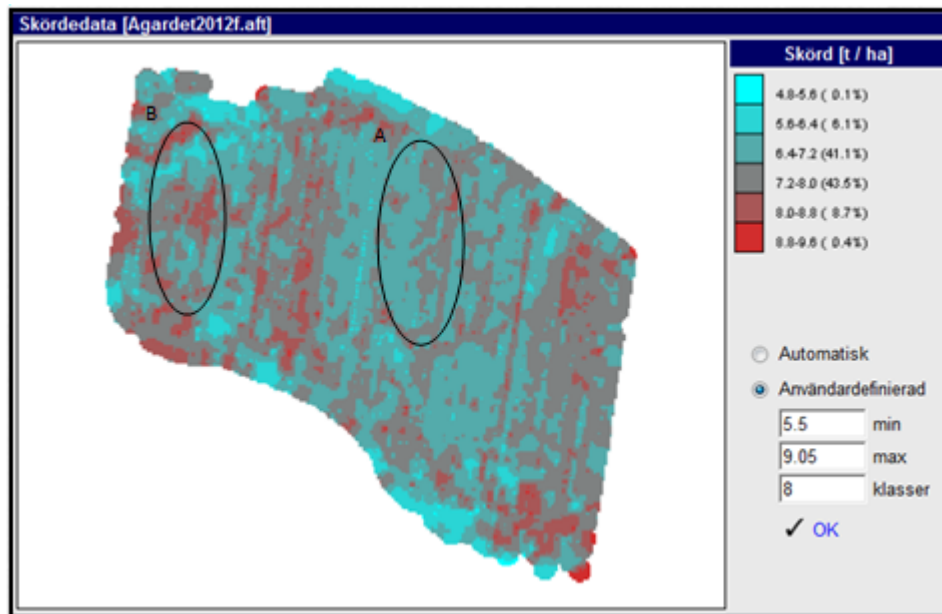
Figur 17. Skifte 21, Ågärdet 2007, havre. Här syns inget av områdena som tydligt högavkastande eller lågavkastande.



Figur 18. Skifte 21, Ågårdet 2010, höstraps. Här syns områdena från tidigare figur. Område A som tydligt högvakastande och område B som tydligt lågvakastande.



Figur 19. Skifte 21, Ågårdet 2011, höstvet. Här syns återkommande hög avkastning i område A och återkommande låg avkastning i område B.



Figur 20. Skifte 21, Ågärdet 2012, havre. Här syns ingen tydlig skillnad mellan låg och hög avkastning i områdena, liksom i figur 17, dock möjligen högre avkastning i område B. Observera att det är samma gröda som 2007, se figur 17.

Granskning av markkartering

Här jämförs de utvalda områden A och B från skördekartorna med samma område på markkartorna, se bilaga 2-7.

pH

Vid granskning av område A och B hittas ett eventuellt samband mellan lågt pH och låg skörd, dock är det ej tydligt.

P-AL

Vid granskning av P-AL-talet i de båda områdena hittades inget tydligt samband mellan dessa och P-AL-talen på fältet.

K-AL

Vid granskning av de båda områdena A och B och K-AL-talet på fältet kan där finnas ett samband mellan den höga skörden i område A under åren 2010 och 2011 och ett lägre K-AL-tal, ca 6-10. Det kan även finnas ett samband mellan högre K-AL-tal, ca 10-14, och den lägre skörden under åren 2010 och 2011.

Mullhalt

Vid granskning av jordartskarta med mullhalt syns inget tydligt samband mellan de båda områdena och hög respektive låg avkastning.

Lerhalt

Vid granskning av jordartskarta med lerhalt syns ett tydligt samband mellan det högväxtande området A under år 2010 och 2011, där lerhalten är lägre, ca 15-25%, än på övriga delar utav fältet. Det finns även ett samband mellan det lågväxtande området B på fältet och en högre lerhalt, ca 27-35%.

Slutsats

Det finns ett möjligt samband mellan hög skörd och lågt K-AL-tal, ca 6-10 (i förhållande till övriga delar utav fältet). Det finns även ett möjligt samband mellan låg skörd och högt K-AL-tal, ca 10-14 (i förhållande till övriga delar utav fältet).

Det finns ett tydligt samband mellan låg lerhalt, ca 15-25% (i förhållande till övriga delar utav fältet), och hög skörd. Det finns även ett samband mellan hög lerhalt, ca 27-35% (i förhållande till övriga delar utav fältet), och låg skörd.

DISKUSSION

Detta examensarbete grundar sig på att skördekartering idag inte utnyttjas på det sätt den skulle kunna göra, och detta har under arbetets gång genom litteraturstudie visat sig bero på svårigheten att använda och tyda denna. Under mitt arbete har jag fått ta del av program och kunskap hur man kan filtrera skördedata för att få ut verklighetstroga data för att utav dessa kunna göra skördekartor. Stor tro finns i att man utav dessa kan få ut mycket fakta, om man har kartor från flera år och samma fält och med olika grödor. Detta tror jag krävs för att göra en analys av vad fältet egentligen kan avkasta, dess kapacitet och sedan utifrån dessa agera med olika åtgärder som både är ekonomiskt försvarbara och bra ur miljösynpunkt.

Skördekartering och markkartering

Val av fält har gjorts med hjälp av rättare, inspektor och rådgivare på gården, dock har valet begränsats ytterligare av att vissa skördedata inte fanns, vilket beror på tex. odling av specialgröda såsom potatis eller klöverfrö, eller tekniska problem. Vissa skördedata hade stora brister, vilket innebär stora områden på fälten som inte blivit karterade. Detta bero på dålig satellitkontakt till GPS-utrustning, vilket var ett vanligt problem med markkartering i tidigt skede.

Valet av de tre fälten blev därför utifrån rekommendation och på grund av att det fanns 4 relevanta skördekartor från de 6 senaste åren.

Markkarteringen som använts är gjord genom jordprover och kemisk analys av dessa, 1995 med komplettering av vissa fält fram till 2000, se bilaga 2-7. Det finns även markkartering på gårdens ägor som är gjord senare och som är gjord med fler antal prover, dock inte på de utvalda fält som detta arbete behandlar. Men den kartering som arbetet är gjord utifrån är med 4 tagna jordprover per ha på skifte 10 och 21. Dock är skifte 5 karterat med 1 prover per ha, men detta skifte är dock relativt jämnt i jordart och näringsinnehåll.

Skifte 5, Fyrungaskiftet

Detta är det skifte som det varit störst svårigheter med att kunna koppla samman samband från skördekarteringen till markkarteringen. Dock beror detta troligtvis på att fältet är jämnt både i jordart och i näringsinnehåll, men också för att det är karterat med färre prover per ha än de andra två. Här kan inga egentliga slutsatser dras att det finns samband mellan jordart, näringsinnehåll i marken och skörd. De variationer som finns på fältet i skörd, syns tydligt att det är strimmor i samma riktning som den körriktning som används med maskiner på fälten och kan därav bero delvis på markpackning delvis på överlappning med tröskan i skörd, vilket kan orsaka felaktig data. Skördekartorna från vår- respektive höstsådd är dock mycket lika varandra. Vi kan trots få samband, dra

slutsatsen att detta fält bör vara lättare att anpassa odlingsåtgärder till, tack vare dess jämnhet.

Skifte 10, Mellbergsskiftet

På detta skifte finns ett tydligt område med högre skörd. Denna är inte markant påverkat av markpackning på grund av korrimering, då området sträcker sig i tvärgående riktning. Vid analys av markkarta kan man tydligt se att samma område som avkastar bäst på fältet har även en högre lerhalt än övriga delar av fältet. Den högavkastande delen av fältet har 15-30% lerhalt medan övriga delar har <5-10% lerhalt. Detta kan bero på att lera har god vattenhållande förmåga, genom detta kan växterna tillgodose sig mer vatten. Dock är effekten bara gynnsam till en viss gräns, vilket vi kan se på skifte 21, Ågärdet, där den högre lerhalten ger lägre avkastning. Den ökade avkastningen i området med 15-30% lera på skifte 10, Mellbergsskiftet kan motiveras med att växterna genom att ha tillgång till mer vatten genom denna gynnsamma halt av lera kan tillgodose sig mer av tillförd näring, och därigenom ge ökad produktivitet.

Det finns även en högre mullhalt i det området med högre skörd på detta fält. Högre mullhalt ger en god bildning av aggregat, större porositet och bättre struktur i marken, men även bättre vattenhållande förmåga i form av högre fältkapacitet (Eriksson et al, 2011). Allt detta kan medverka till en högre skörd.

Det lågavkastande området och övriga delar på det här skiftet är högre belägna topografiskt sett än det högavkastande området. Detta medför att de lätta mullpartiklarna "rinner ner" med nederbörden och hamnar på det högavkastande området, vilket också bidrar till denna (Nissen, 2013). Dock är det mest tydliga av dessa ovan nämnda faktorer den högre lerhalten i det högavkastande området, vilket jag tror är den mest betydande faktorn.

I det område med högre skörd kan man se att det finns ett lägre P-AL-tal. Detta beror troligtvis på att fosforbortforslingen är högre här i och med att man bortför mer näringsämnen i form av tröskad kärna, vilket även förklarar de högre fosforvärdena på övriga delar av fältet där bortforslingen är mindre. Enligt Yaras riktlinjer för P-AL-tal så kan detta vara en skördebegränsande faktor, då jord med klass 4 i P-AL-tal kan avkasta upp till 10 ton/ha (Yara, 2012), vilket detta skifte gör på vissa ställen enligt skördekarteringen. För att åtgärda höga fosforvärden på de lågavkastande områdena och minska eventuell urlakning kan man ge en mer varierad fosforgiva över fältet. Detta betyder högre fosforgiva på de högavkastande områdena och mindre på de lågavkastande områdena.

Skifte 21, Ågärdet

I detta skifte har bedömts att det finns samband mellan låg lerhalt, ca 15-25%, detta sett i förhållande till övriga delar av fältet, och hög skörd. På övriga delar av detta fält ligger lerhalten på ca 27-35% och detta påverkar mängden växttillgängligt vatten negativt, då det blir för hårt bundet för att växterna ska kunna utnyttja det. Vid lägre lerhalt finns det

mer växttillgängligt vatten och detta gör att grödan kan växa mer då den kan tillgodogöra sig mer vatten (Eriksson et al, 2011), vilket här tros ha orsakat den högre skörden. Den kan även bero på att grödan även här kan tillgodose sig mer näringsämnen då den har tillgång till mer vatten. Vid jämförelse av skifte 21, Ågårdet och skifte 10, Mellbergsskiftet kan vi se att jorden i de högavkastande områdena har en lerhalt på ca 15-30%, vilket i detta arbete ser ut att vara den mest gynnsamma halten, då både högre och lägre lerhalt ger sämre skörd.

Det finns även ett samband mellan lågt K-AL-tal och hög skörd, då detta likt föregående skifte och P-AL-tal kan bero på att bortforslingen av näringsämnet är högre i det högavkastande området. Dock är K-AL-talet inte begränsande lågt för skörden och man behöver därmed inte öka kaliumgivan på de högavkastande området (Yara, 2012).

På detta skifte syns inte sambanden tydligt i den vårsådda havren (2007 och 2012) men dock i den höstsådda rapsen (2010) och höstvetet (2011). Detta kan bero på att det ofta finns samband mellan skördekartor med gröda sådd vid samma årstid. Dock kan ingen slutsats dras varför skörden är så skiftande i höstgrödor på detta fält, enligt Knud Nissen kan det förekomma skillnader i alven, men det är dock ingenting vi vet. På detta fält finns stora topografiska skillnader, där det lågavkastande området är lågt beläget.

Slutsats

Den slutsats man kan dra efter detta genomförda arbete är att leran har inverkan på skörden, och detta troligtvis genom att den tillgodoser grödan med mer vatten och därigenom näring. Dock får lerhalten inte vara för hög, då den då binder vattnet för hårt för att växterna ska kunna utnyttja det. Lerhalt på ca 15-25% har i detta arbete varit den mest gynnsamma för grödan. En jämförelse mellan skördekartering och markkartering har gjort i en engelsk studie som publicerats som vetenskaplig artikel. Denna visar på att hög lerhalt ger hög skörd och låg lerhalt ger låg skörd, vilket kan kopplas till denna studie. Dock fastslås ej i den engelska studien vilken lerhalt som ger hög avkastning. Men lerhalten går att koppla till hög avkastning vilket tros bero på vattenhållande förmåga (King, 2005).

Man kan även se visst samband av ökade växtnäringslager där bortforslingen av tröskad kärna inte är lika stor, dock är detta inte direkt kopplat till skörd. Gården använder sig av kvävesenor och gödslar efter den, vilket betyder att kvävet inte är en skördebegränsande faktor och vid granskning ser man att inte heller kaliumtillgången är det. Men däremot kan fosfortillgången vara det.

Genom diskussion med inspektorn på gården har framkommit att på skifte 10, Mellbergsskiftet, så är anledningen till området med den högre lerhalten att det har runnit en bäck där. Denna är nu nedgrävd, dock finns ännu spåren av att den gått där kvar, dels genom en högre lerhalt, dels genom topografi, att marken är lägre där. Denna nivåskillnad resulterar i att det lägre området får ett tillskott på mullpartiklar från omgivande mark.

På skifte 21, Ågärdet, har det under några år fram till 2010 varit ett fältförsök med plogfri odling på det man i detta arbete kan se som den vänstra halvan av skiftet. Detta kan vara en förklaring till den sämre avkastning som varit i detta område. Man kan även se att den högra halvan av fältet har lättare jord och ligger högre topografiskt sett. Dock kan detta inte vara hela förklaringen till den stora avkastningsskillnaden.

Skördekarteringen kan påverkas av många faktorer, bland annat av ohyra som t.ex. sniglar. Dessa kan påverka uppkomst på ett visst område och därmed ge en missvisande skördekartering, då det blir nedsatt eller utebliven skörd på det angripna området. År med mycket respektive lite nederbörd kan också ge en missvisande bild, då områden som vanligtvis är torra och dåligt avkastande beroende på t.ex. lättjord får ett gynnsamt förhållande. Jordar som lättare drabbas av utvintring på grund av t.ex. topografi, kan ge fel bild på en skördekart. Det syns även stora skillnader i skördekartering mellan vårsådda och höstsådda grödor. Om detta kopplas samman med markkarta så kan felaktigt slutsats dras. För att undvika ovanstående missvisande exempel är det viktigt att titta på flera års skördekartering men även väga in andra aspekter såsom svampangrepp, snigelangrepp, utvintring och topografi m.fl. Efter noggrann granskning av skördekartering i flera år kan man börja anpassa odlingsåtgärder såsom gödsling till denna. Detta kan man göra genom att man gödslar fältet beroende på vad det avkastar och var det avkastar bäst. Områden med hög avkastning behöver mer näring för att nå sin potentiella avkastning.

En intressant aspekt som kan diskuteras är om topografin har någon inverkan på skörden och om det har det på vilket sätt. Enligt en vetenskaplig artikel från USA ska lågt belägna punkter avkasta mer (Kravchenko, Bullock, 1998). Dock syns inte det tydligt i detta arbete, då det topografiskt låga området på skifte 10, Mellbergsskiftet är högavkastande och den topografiskt låga punkten på skifte 21, Ågärdet, är högavkastande.

Jag vill rekommendera andra som arbetar med liknande projekt att använda sig av många års skördekartering, då detta ger en ännu tydligare bild av fältets varierande avkastning genom år med olika väderförhållanden. Jag skulle även rekommendera dem att se till topografin på det aktuella området och se vilken den begränsande växtnäringsfaktorn kan vara. Knud Nissen vid Lantmännen Lantbruk rekommenderar även att titta på vårsådda och höstsådda grödor var för sig, då dessa skördekartor vanligen ser mycket olika ut. Det kan bero på att marken är olika packad vid höst- och vårsådda grödor.

REFERENSER

Skriftliga

Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I., Simonsson, M. (2011). *Marklära*. Upplaga 1:1. Lund, Studentlitteratur AB.

Greppa näringen A (2010-02-10). *Markkartering*
<http://www.greppa.nu/uppslagsboken/naringpaakern/precision/markkartering.4.1c0ae76117773233f7800010615.html> [2013-05-14]

Greppa näringen B (2010-02-10). *Skördemätning i spannmål, oljeväxter och ärtor*
<http://www.greppa.nu/uppslagsboken/naringpaakern/precision/skordeviationer/skorde matningispannmaloljevaxterochartor.4.1c0ae76117773233f7800012594.html> [2013-05-14]

Greppa Näringen C (2010-02-10). *Skördeviationer*
<http://www.greppa.nu/uppslagsboken/naringpaakern/precision/skordeviationer.4.1c0ae76117773233f7800016537.html> [2013-05-15]

Greppa Näringen D (2010-02-10). *Precisionsodling, vad innebär det?*
<http://www.greppa.nu/uppslagsboken/naringpaakern/precision/precisionsodling.4.1c0ae76117773233f7800015912.html> [2013-05-13]

Jordbruksverket (2010) Markkartering av åkermark. *Jordbruksinformation* nr 19. Tillgänglig:
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo10_19.pdf [2013-05-14]

King, J. A., Dampney, P. M. R., Lark, R. M., Wheeler, H. C., Bradley, R. I., Mayr, T.R. (2005-04-01) Mapping Potential Crop Management Zones within Fields: Use of Yield-map Series and Patterns of Soil Physical Properties Identified by Electromagnetic Induction Sensing. *Precision Agriculture*. Vol 6, Issue 2, 2005. Tillgänglig:
<http://link.springer.com/article/10.1007/s11119-005-1033-4#> [2013-06-04]

Kravchenko, A., Bullock, D. G. (1998-10-16) Correlations of corn and soybean grain yield with topography and soil properties. *Agronomic Journal*. Vol 19 No 1, 2000. Tillgänglig: <https://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/92/1/75> [2013-05-22]

Nissen, K. (1996-10-01). *Varför precisionsodling?*
<http://home.swipnet.se/nissen/knud/varfrgps.htm> [2013-05-13]

Nissen, K., Söderström, M. (2002) Precisionsodling i praktiken nr 3; Utvärdera skördekartorna! *Lantmännens medlemstidning Grodden*, nr 7. Tillgänglig:
<http://www.agrovast.se/precision/index-filer/pdfs/pip-nr3.pdf> [2013-05-14]

Precisionsskolan A (2013). *NIR Nära infraröd reflektans*.
<http://www.precisionsskolan.se/?p=30439> [2013-05-15]

Precisionsskolan B (2013). *Styrfiler*.
<http://www.precisionsskolan.se/?p=30403> [2013-05-19]

Precisionsskolan C (2013). *Markkarteringsstrategi*.
<http://www.precisionsskolan.se/?p=30411> [2013-05-19]

Precisionsskolan D (2013). *Interpolation- en mer eller mindre kvalificerad gissning*.
<http://www.precisionsskolan.se/?p=30413> [2013-05-19]

Precisionsskolan E (2013). *Markkartering*.
<http://www.precisionsskolan.se/?p=30402> [2013-05-19]

Sensor office (2004). *Yaras" NPK Online" för läsning av skörde- och N-sensorkartor*
http://www.sensoroffice.com/npko/npko_index.jsp?lng=sv [2013-05-15]

Thylén, L (1996). Växtanpassad Odling. SLU västra jordbruksförsöksdistriktet (utgivare), Regional växtodlings- och växtskyddskonferens. Uddevalla 10-11 jan. Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/utan_serietitel_sl/UST96-5/UST96-5P.HTM [2013-05-14]

Yara (2012). *Stråsåd- riktvärden för N, P, K och S*.
http://www.yara.se/fertilizer/crop_advice/agriculture/cereals/benchmarks_nkps.aspx
 [2013-05-23]

Muntliga

Andersson, Allan (2013). Universitetslektor SLU, område Biosystem och Teknologi

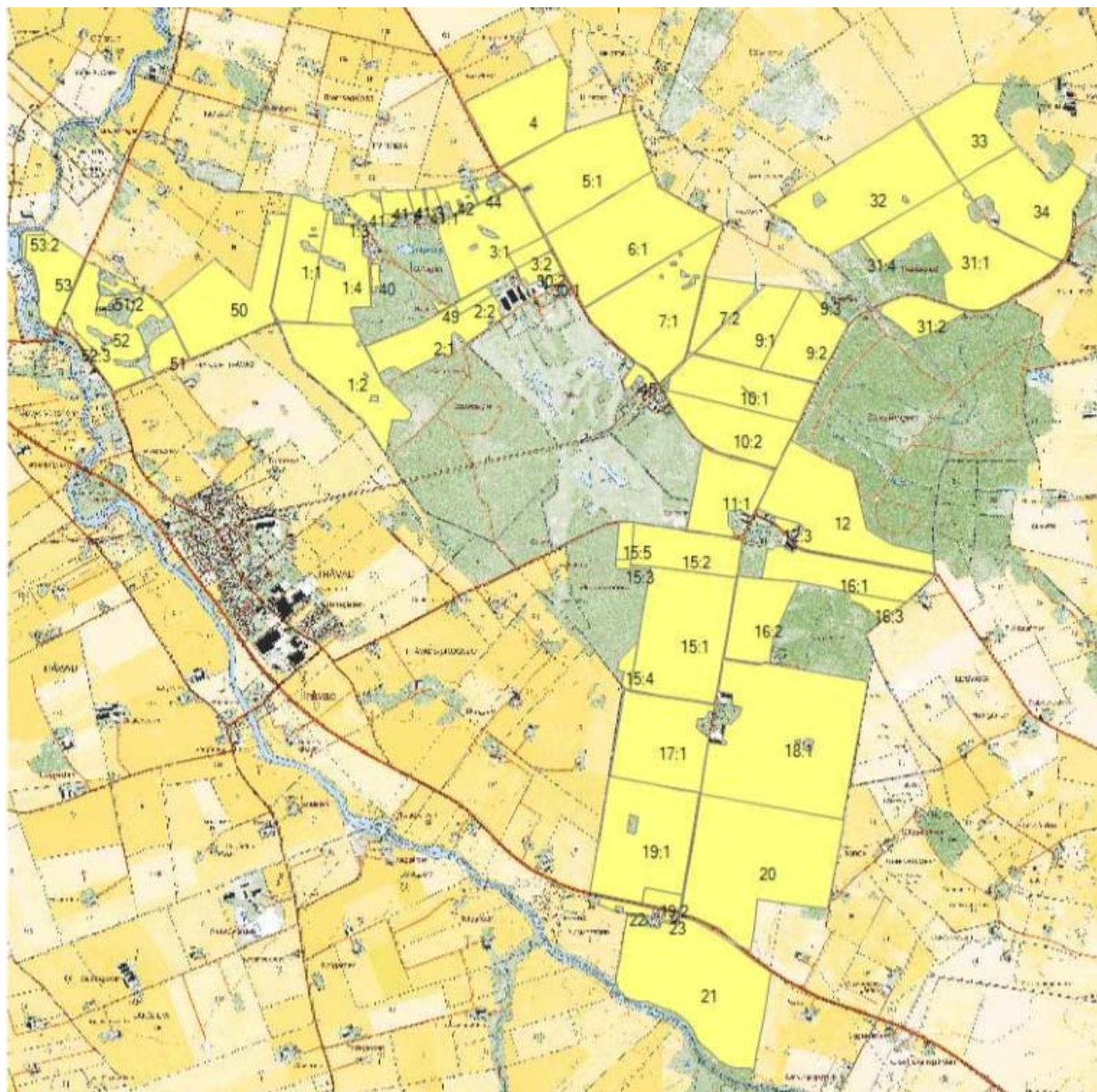
Carlsson, Kjell (2012). Rättare vid Bjertorp Egendom, Lantmännen SW Seed

Gruvaeus, Ingemar (2013). Inspektor vid Bjertorp Egendom, Lantmännen SW Seed

Nissen, Knud (2013). Precisionssupport på Lantmännen Lantbruk, Lidköping

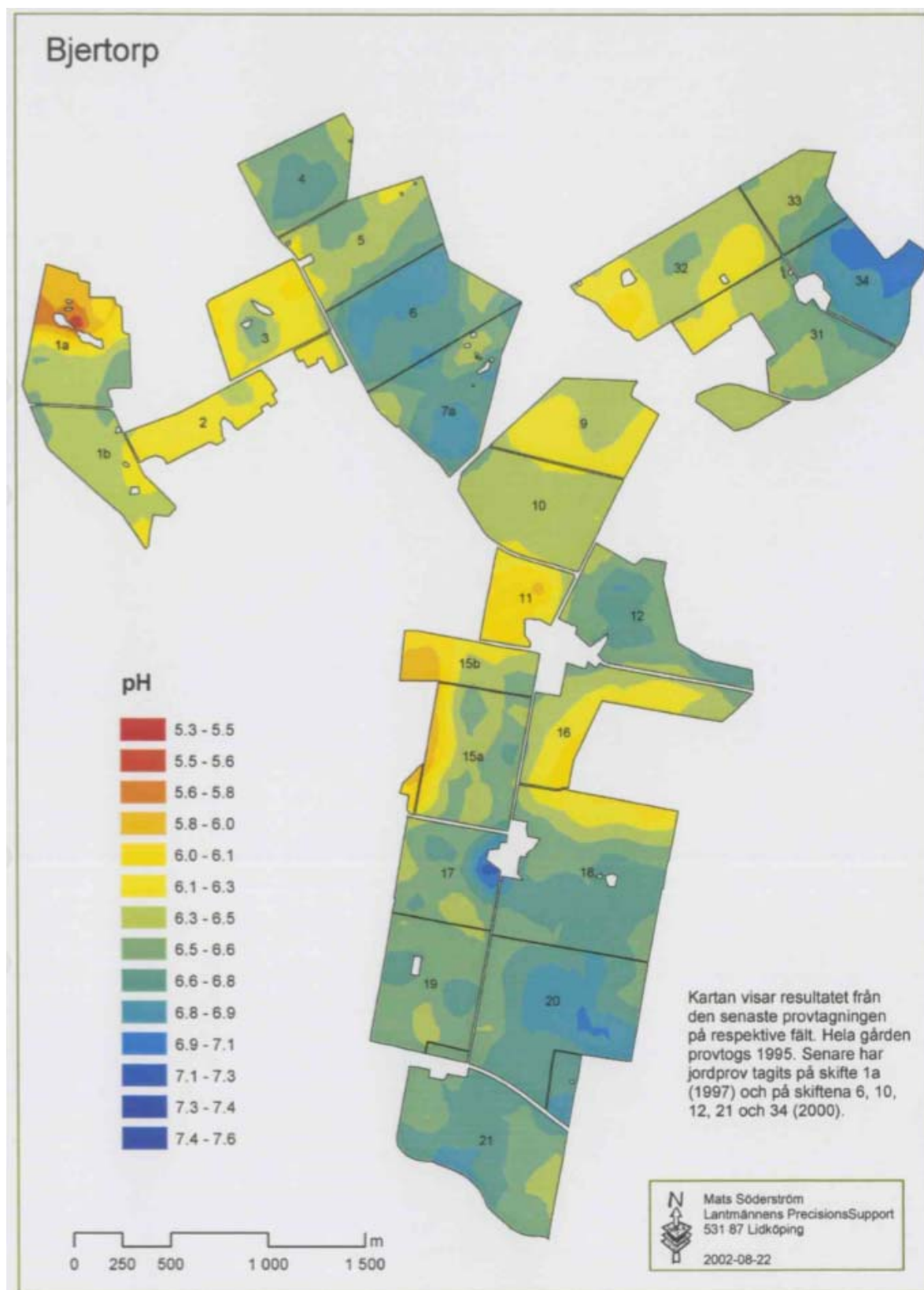
BILAGOR

Bilaga1



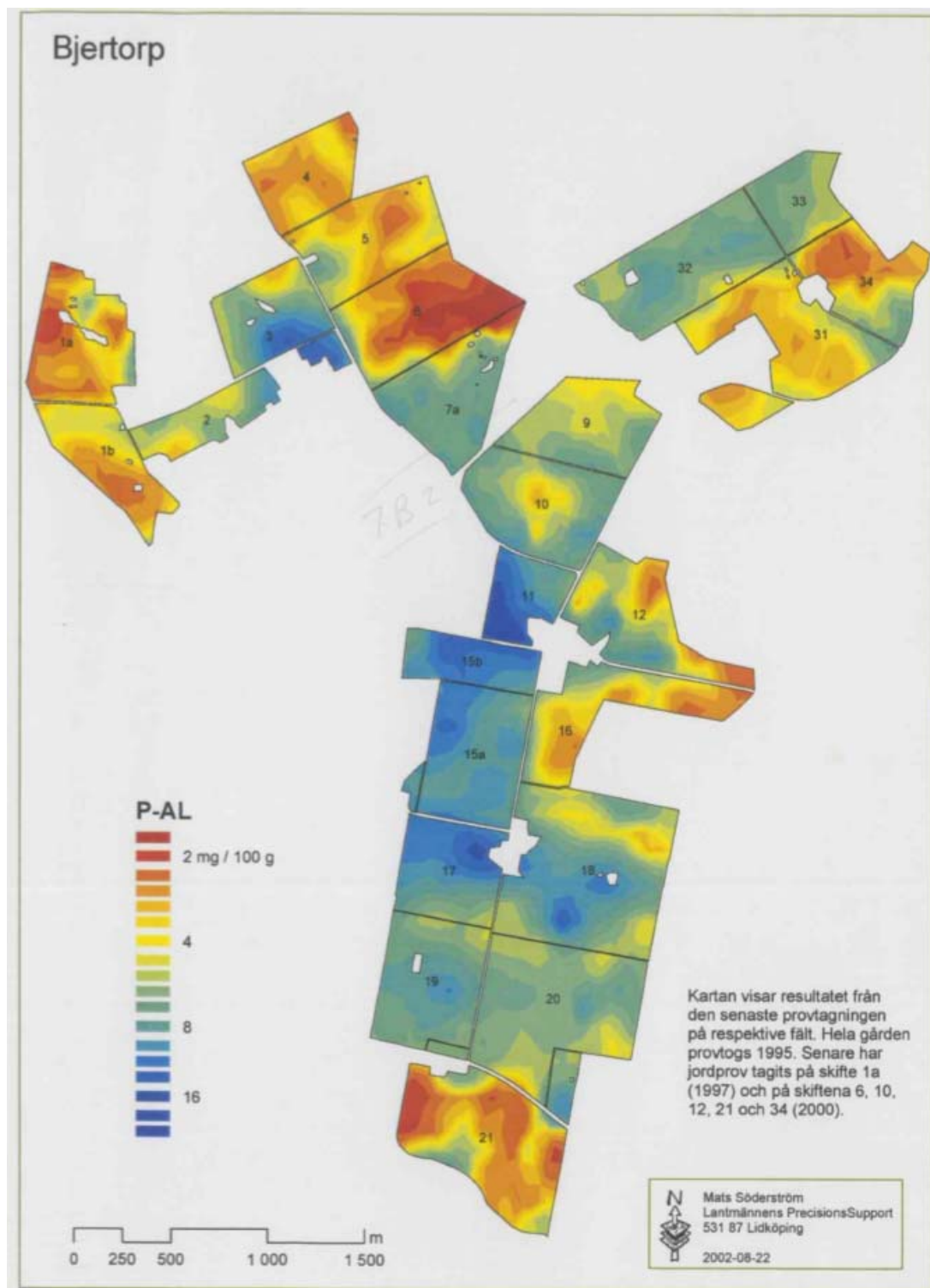
Bjertorp skifteskarta 2013

Bilaga 2



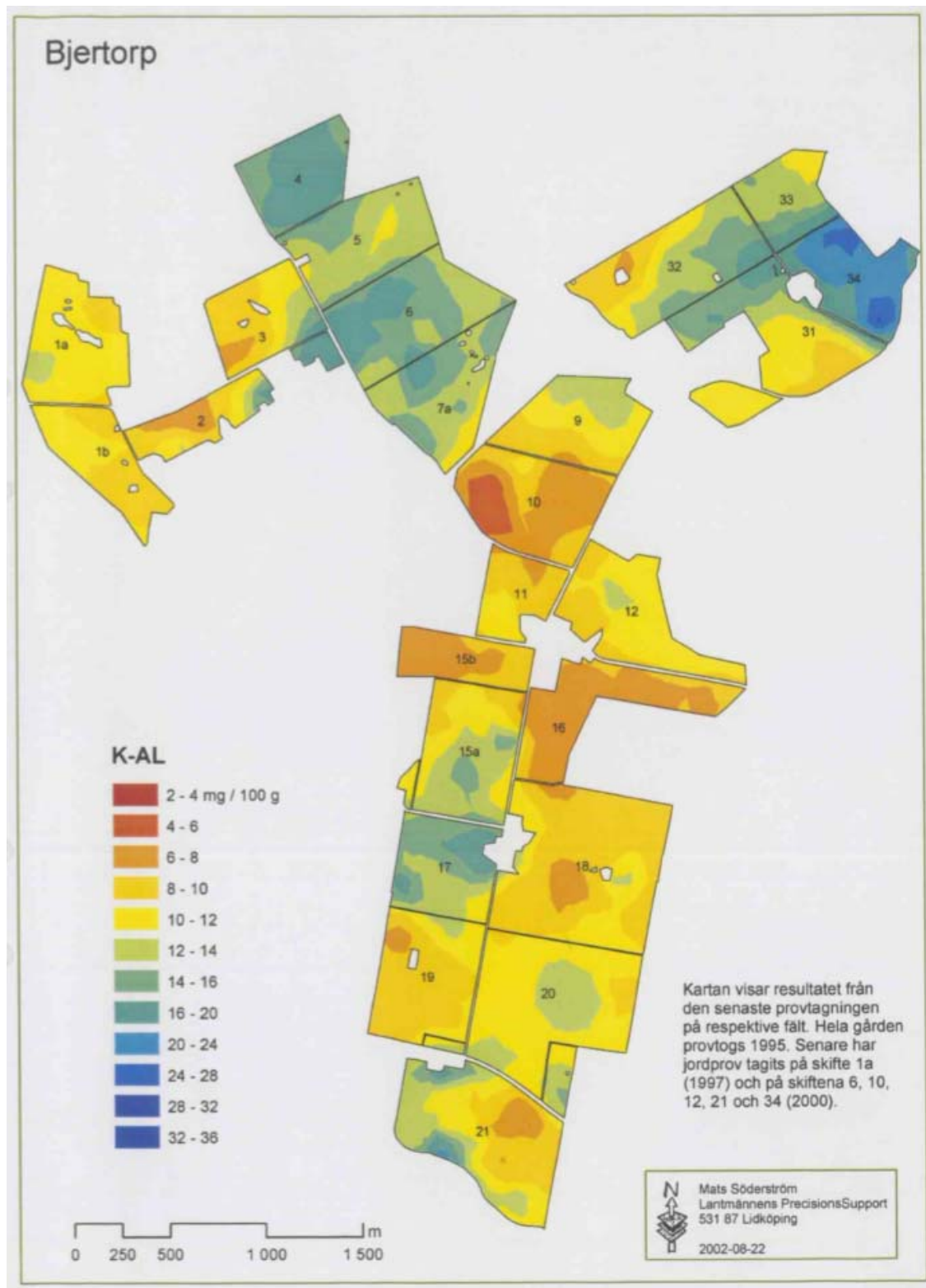
Markkartering Bjertorp 1995 pH

Bilaga 3



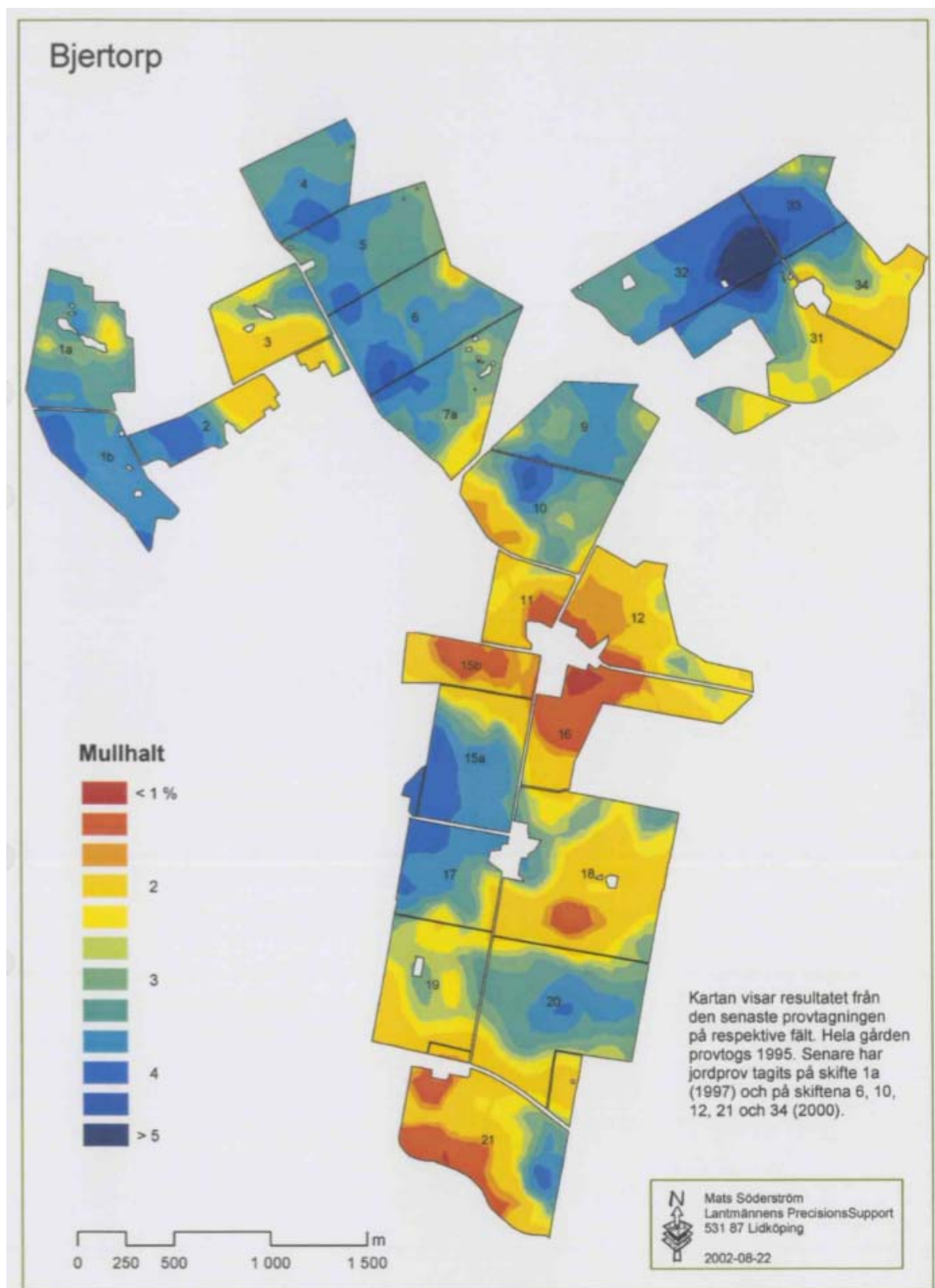
Markkartering Bjertorp 1995, P-AL

Bilaga 4



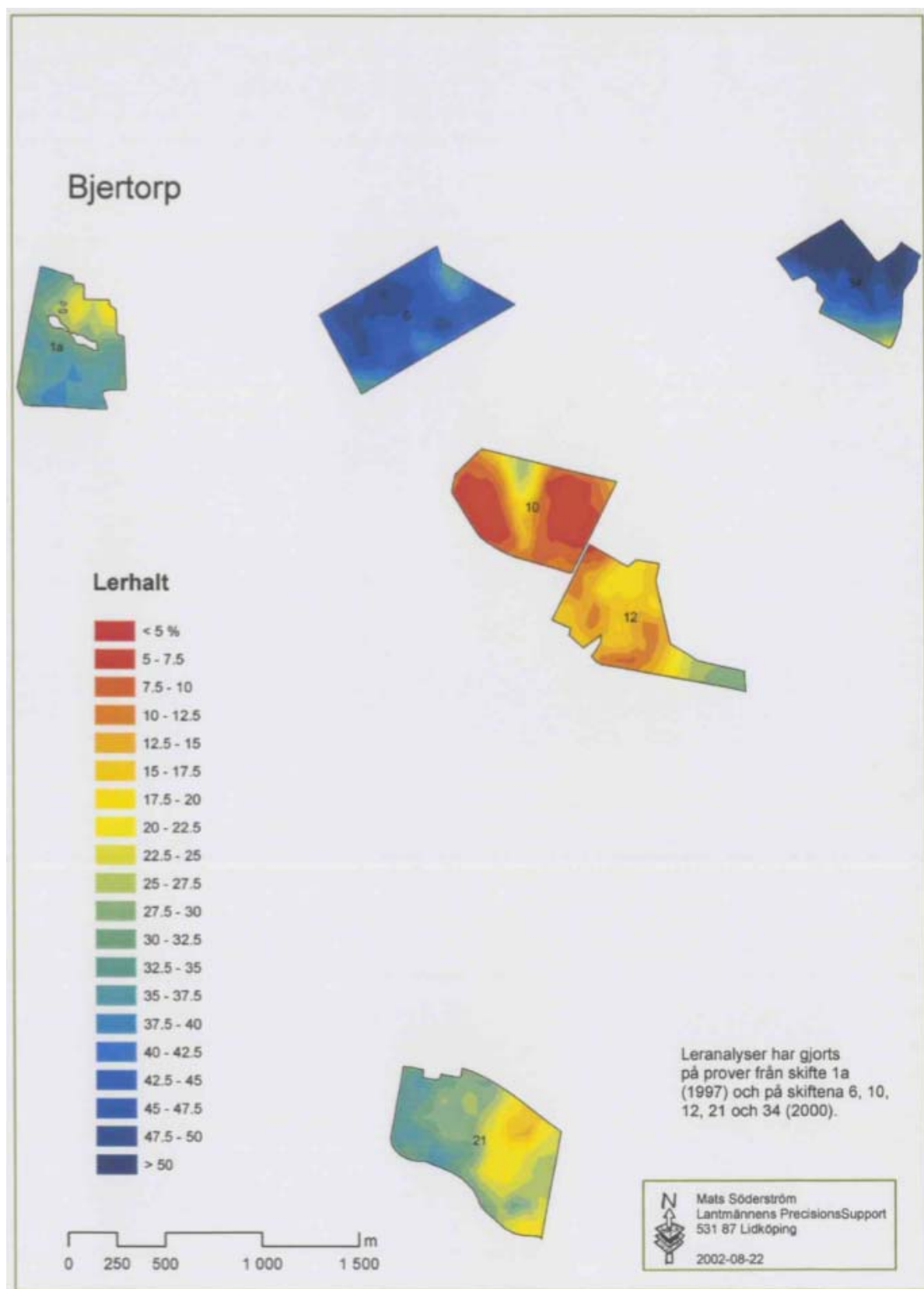
Markkartering Bjertorp 1995, K-AL

Bilaga 5



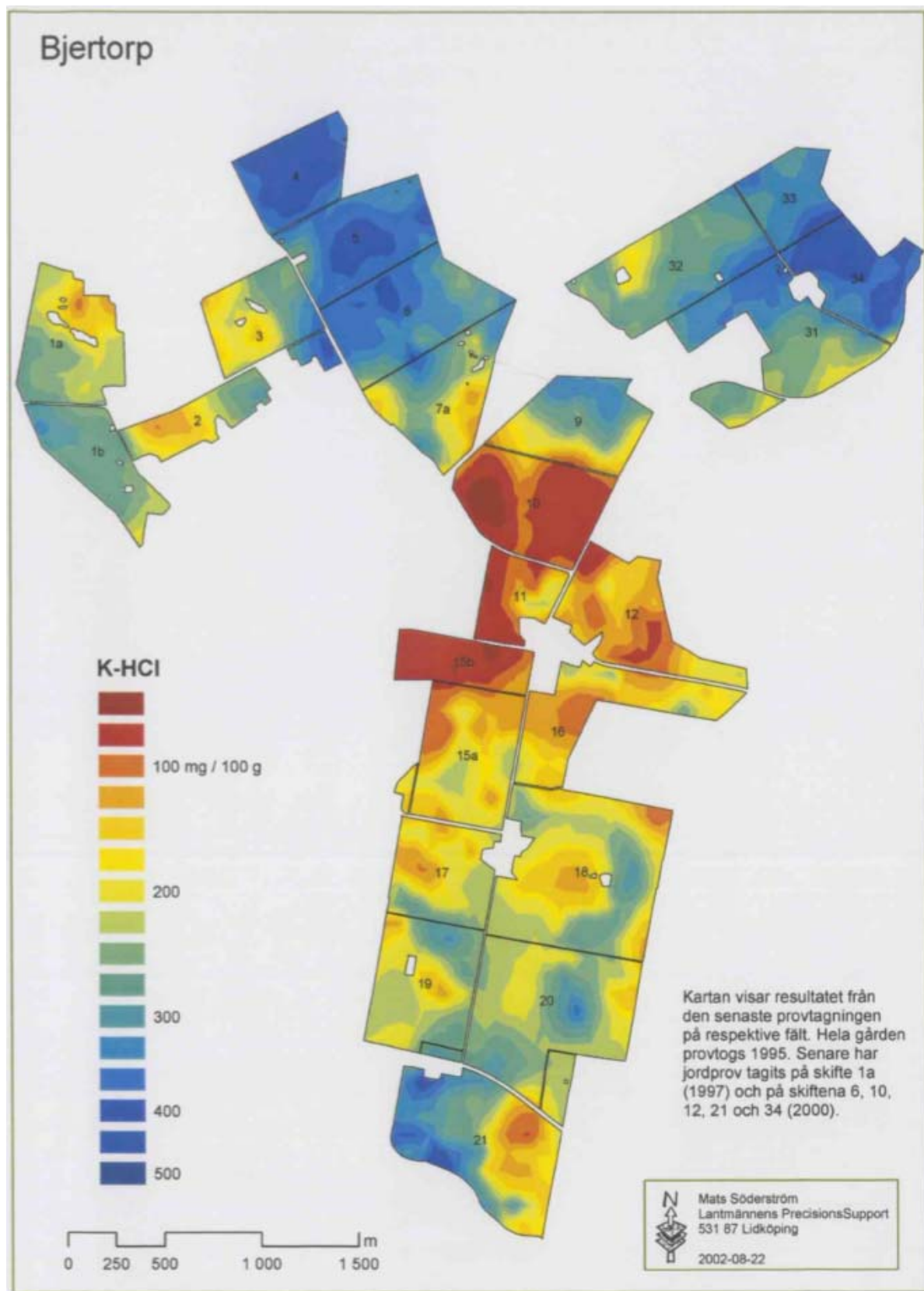
Markkartering Bjertorp 1995, Mullhalt

Bilaga 6



Markkartering Bjertorp 1995, Lerhalt

Bilaga 7



Markkartering Bjertorp 1995, K-HCl

